

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

E5532

(11) Publication number: **11118446 A**

(43) Date of publication of application: 30 . 04 . 99

(51) Int. Cl. **G01B 11/24**
G02B 3/00
G02B 7/28

(21) Application number: 09294976

(22) Date of filing: 14 . 10 . 97

(71) Applicant: **TAKAOKA ELECTRIC MFG CO LTD**

(72) Inventor: **ISHIHARA MITSUHIRO**

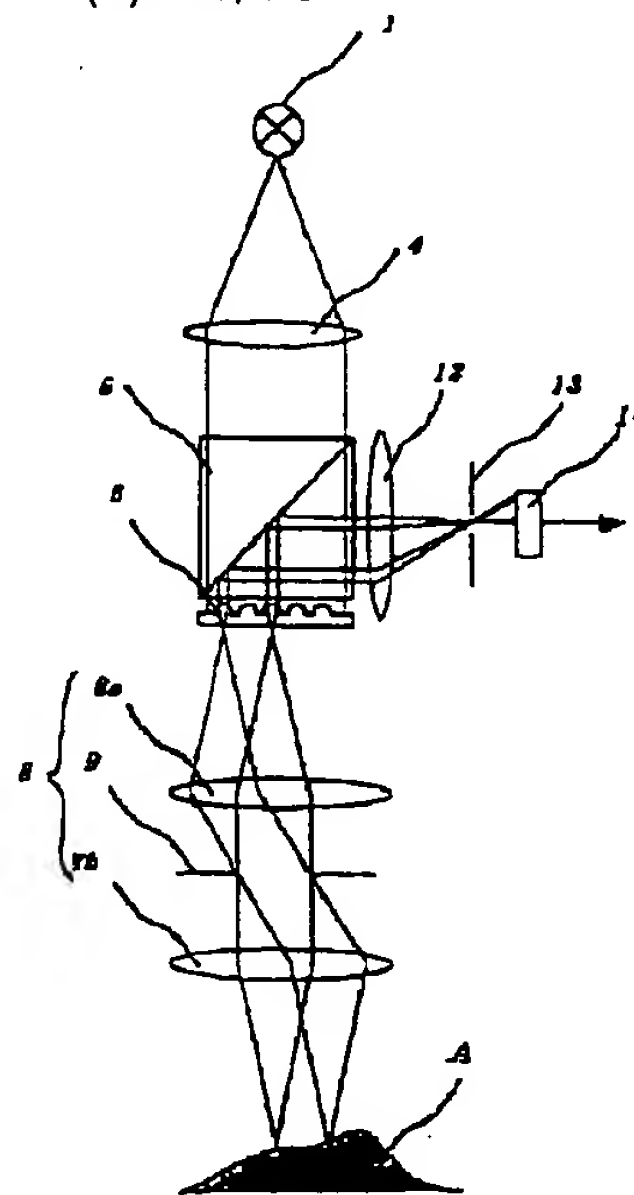
(54) **TWO-DIMENSIONAL ARRAY TYPE COFOCAL OPTICAL DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To irradiate the illuminating light from a light source to an object without enhancing coherence by projecting the image of an incoherent light source imaged by a microlens array to the object, branching the reflected light from the illuminating light, and forming the image of the microlens array on a two-dimensional detector.

SOLUTION: The illuminating light emitted from an incoherent light source 1 is made into a parallel light by a collimator lens 4, and the illuminating light emitted from the collimator lens 4 is converged by a microlens array 6 to project the image of the light source 1 to an object A through an objective lens 8. An optical path branching optical element 5 branches the reflected light reflected by the object and passed again through the objective lens 8 and the microlens array 6 from the optical path of the illuminating light. An imaging lens 12 forms the image of the microlens array 6 on a two-dimensional detector 14, and a diaphragm 13 is set in the focal position on the rear side. The formed image of the microlens array 6 is photoelectrically converted by the two-dimensional detector 14.



E5532

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-118446

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

G 0 1 B 11/24

G 0 2 B 3/00

7/28

F I

G 0 1 B 11/24

G 0 2 B 3/00

7/11

Z

A

H

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-294976

(22) 出願日 平成9年(1997)10月14日

(71) 出願人 000002842

株式会社高岳製作所

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 石原 満宏

愛知県西春日井郡西枇杷島町芳野町3丁目

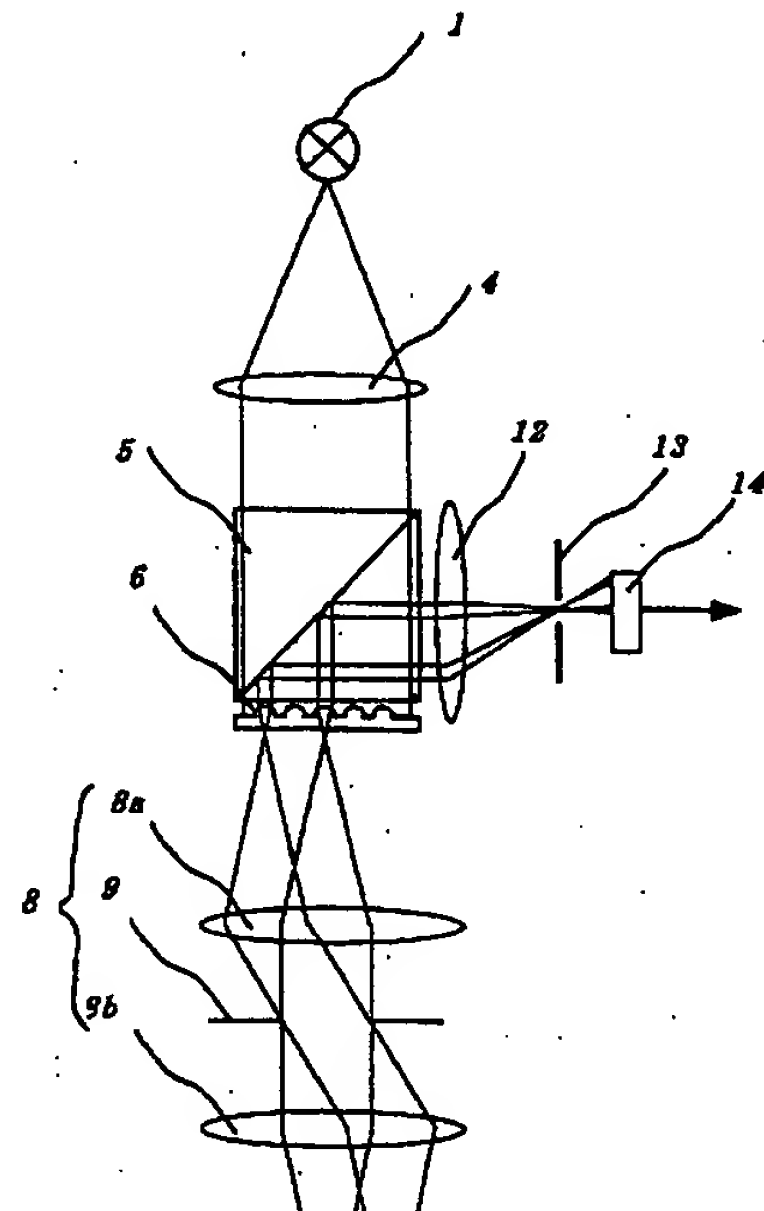
1番地 株式会社高岳製作所技術開発センター内

(54) 【発明の名称】 2次元配列型共焦点光学装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、走査機構を持たずに共焦点画像を得ることができる全画素同時露光タイプの共焦点撮像系である2次元配列型共焦点撮像系におけるスペックル発生の防止を目的とする。

【解決手段】 従来必要であったピンホールアレイをなくし、マイクロレンズアレイ6の集光能力と、結像レンズ12の後ろ側焦点に設けた絞り13により代替させるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インコヒーレント光源1と、前記インコヒーレント光源1から射出された照明光を平行光とするコリメーターレンズ4と、前記コリメーターレンズ4から射出された照明光を集光してインコヒーレント光源1の像を各マイクロレンズ毎に結像するマイクロレンズアレイ6と、前記マイクロレンズアレイ6により結像されたインコヒーレント光源1の像を物体Aに投影する対物レンズ8と、物体Aで反射し、再び対物レンズ8とマイクロレンズアレイ6を通過した反射光を照明光の光路と分岐させる光路分岐光学素子5と、マイクロレンズアレイ6の像を2次元検出器14上に結像させる結像レンズ12と、結像レンズ12の後ろ側焦点位置に置かれた絞り13と、結像されたマイクロレンズアレイ6の像を光電変換する2次元検出器14とにより構成されることを特徴とする2次元配列型共焦点光学装置。

【請求項2】 コリメーターレンズ4の焦点距離はマイクロレンズアレイ6の各マイクロレンズの焦点距離の少なくとも100倍であることを特徴とする請求項1記載の2次元配列型共焦点光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主に3次元計測の目的で共焦点画像を得るための光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 共焦点光学系により画像を得る光学システムを共焦点撮像系と呼び、その共焦点撮像系によって得られる画像を共焦点画像と呼ぶことにして以下従来技術について説明する。共焦点撮像系として一般的なものとしてレーザー走査顕微鏡とNipkow disk走査顕微鏡がある。のような走査機構をもたず、共焦点ピンホールを2次元に配列して共焦点画像の各画素を同時露光する2次元配列型共焦点撮像系がその高速性ゆえに適しており、特開平4-265918号公報および特開平7-181023号公報で開示されている。また本発明と同一発明者により特願平8-94682として出願されている。これらの従来技術について特願平8-94682を例にとって説明する。

【0003】 特願平8-94682による装置を図2を用いて説明する。光源3よりでた照明光はピンホール2を通過してコリメーターレンズ4により平行光となって射出される。光路分岐光学素子5は偏光ビームスプリッターであり照明光を直線偏光にして通過させる。光路分岐光学素子5を通過した照明光はマイクロレンズアレイ6に入射し各マイクロレンズの焦点に集光される。マイクロレンズアレイ6の焦点位置にはピンホールアレイ7が設置され、各マイクロレンズにより集光された照明光の焦点の位置に各ピンホールが存在する形となってい

照明光は対物レンズ8に入射し、対物レンズ8内部に設けた1/4波長板10により円偏光となって、ピンホールの像を物体Aに投影する。対物レンズ8は、内部にテレセントリック絞り9とレンズ8aと8bとをもつ両側テレセントリックなレンズであり、物体Aあるいは光学系を光軸方向に移動させても倍率変化が発生しないようになっている。物体Aからの反射光は、再び対物レンズ8に入射して、1/4波長板10により照明光と直交する直線偏光となり、集光されて再びピンホールアレイ7に到達する。ピンホールアレイ7のピンホールを通過した反射光は、マイクロレンズアレイ6により平行光束となって射出される。反射光は照明光とは直交する直線偏光であるから偏光ビームスプリッターである光路分岐光学素子5により偏向されて結像レンズ12に入射する。結像レンズ12に入射した反射光は、絞り13を通過して2次元検出器14に到達する。結像レンズ12はマイクロレンズアレイ6面と2次元検出器14表面が共役になっている。これにより2次元検出器14上には共焦点画像が得られ、2次元検出器14により光電変換されて電気信号として出力される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 2次元配列型共焦点光学装置の特願平8-94682の装置を例にとって説明したが、本発明が解決しようとする課題は特願平8-94682の装置だけでなく特開平4-265918号公報および特開平7-181023号公報の装置にも共通して存在する。どの装置も2次元配列の点光源を作り出す目的でピンホールアレイを持っており、この部分で問題が発生する。

【0005】 2次元配列型共焦点撮像系の場合、照明光はできるだけ可干渉性の低い光であることが要求される。それは、局所的な光の干渉により発生する粒状雑音（以下スペックルと記す）ができるだけない画像を得るためである。走査型の共焦点撮像系では2次元検出器の露光時間中も物体に投射されるスポットは移動しているため、スペックルが発生しても移動によりスペックルの状態が変化し平均化される。しかし、2次元配列型共焦点撮像系ではスポットは2次元検出器の露光時間中全く動かない。そのためスペックルがスポット内で発生した場合そのまま画像に影響してしまう。とくに低倍率、低開口数の対物レンズを用いた場合のスポットサイズが大きい状態での粗面観察の場合に著しい。このため、2次元配列型共焦点撮像系では光源はインコヒーレントなものを用いるか、または位相ランダムマイザによりコヒーレント光をインコヒーレント化して用いている。しかし、インコヒーレントな光源を使ったとしてもピンホールアレイのピンホールを通過させることにより結局可干渉性が高くなり、スペックルの発生を招いている。

ロレンズをピンホールと同軸で配置する場合、位置決めには特別な装置が必要となる。また、ピンホールの遮光膜部分で反射する光が2次元検出器に届かないようにする対策も必要である（従来装置では偏光ビームスプリッター、 $1/4$ 波長板などの偏光光学素子がその対策である）。

【0007】そこで本発明は、構造が簡単で製作が容易であり、インコヒーレントな光源からの照明光を可干渉性を高めることなく物体に投射できる2次元配列型共焦点撮像系を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】目的達成のために、インコヒーレント光源1と、前記インコヒーレント光源1から射出された照明光を平行光とするコリメーターレンズ4と、前記コリメーターレンズ4から射出された照明光を集光してインコヒーレント光源1の像を各マイクロレンズ毎に結像するマイクロレンズアレイ6と、前記マイクロレンズアレイ6により結像されたインコヒーレント光源1の像を物体Aに投影する対物レンズ8と、物体Aで反射し、再び対物レンズ8とマイクロレンズアレイ6を通過した反射光を照明光の光路と分岐させる光路分岐光学素子5と、マイクロレンズアレイ6の像を2次元検出器14上に結像させる結像レンズ12と、結像レンズ12の後ろ側焦点位置に置かれた絞り13と、結像されたマイクロレンズアレイ6の像を光電変換する2次元検出器14とにより構成する。このように構成することによりピンホールアレイは必要なくなり、可干渉性が高まることはない。しかも、より構造が単純である。マイクロレンズとの位置あわせを行う必要もなく、かつ、遮光膜からの反射もない。

【0009】また、コリメーターレンズ4の焦点距離はマイクロレンズアレイ6の各マイクロレンズの焦点距離の少なくとも100倍であるように構成する。このように構成することで、光源はある程度大きくてもよいことになり、高出力のインコヒーレント光源を得ることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1に本発明の実施の形態の例を示す。以下照明光の経路に従って本発明の構成を説明する。インコヒーレント光源1よりでた照明光はコリメーターレンズ4によりほぼ平行光となって射出される。この照明光は光路分岐光学素子5を通過しマイクロレンズアレイ6に入射し各マイクロレンズの焦点に集光される。集光点にはインコヒーレント光源1の像が各マイクロレンズ毎に結像する。結像倍率はコリメーターレンズ4の焦点距離 f_1 とマイクロレンズの焦点距離 f_2 の比 f_2/f_1 で決定される。この結像位置を本発明で

像はせいぜい $10\mu\text{m}$ 程度であり、十分点と見なすことができる。集光され点となった照明光は再び発散光となって対物レンズ8に入射しマイクロレンズアレイ6により得られた光点の像を物体Aに投影する。対物レンズ8は、内部にテレセントリック絞り9とレンズ8aと8bとをもつ両側テレセントリックなレンズであり、物体Aあるいは光学系を光軸方向に移動させても倍率変化が発生しないようになっている。物体Aからの反射光は、再び対物レンズ8に入射して、マイクロレンズアレイ6に到達する。マイクロレンズアレイ6を通過した反射光は、光路分岐光学素子5により偏向されて結像レンズ12に入射し、絞り13によって光束が制限され2次元検出器14に到達する。このとき2次元検出器14上には共焦点画像が得られている。

【0011】照明系の部分（インコヒーレント光源1、コリメーターレンズ4、マイクロレンズアレイ6）について詳しく説明する。2次元配列型共焦点撮像系では点光源の像を対物レンズにより物体に投射する必要があるため、従来技術の解説で示したように点光源をつくるために照明系にピンホール（ピンホールアレイ）を持つのが一般的である。しかし、ピンホールからでた光は可干渉性が高く、非走査型（2次元配列型）でかつ低倍率、低開口数の共焦点撮像系では粗面観察においてスペックルが発生し画質の劣化、三次元計測精度の低下を招く。光源が例えばハロゲンランプのような白色のインコヒーレント光源であっても、ピンホールを通すことで可干渉性が高くなってしまう。そこで、ピンホールを通すことなく、レンズによる光源の縮小投影により光源の持つ可干渉性を高めることなく点光源化することを本発明では提案している。以下に具体的に説明する。

【0012】コリメーターレンズ4とマイクロレンズアレイ6により、各マイクロレンズの焦点位置にインコヒーレント光源1の像が倍率 f_2/f_1 で結像する。マイクロレンズアレイ6の画像複製能力により各マイクロレンズ毎にインコヒーレント光源1の像が結像されることになる。 $f_2=0.5\text{mm}$ 、 $f_1=100\text{mm}$ とすれば結像倍率は $1/200$ である。例えばインコヒーレント光源1の大きさが $\phi 2\text{mm}$ であるとしてもその像は $\phi 10\mu\text{m}$ である。（もちろんマイクロレンズの開口数とインコヒーレント光源1の波長で決まる光の回折による像の広がり発生する。）対物レンズ8が倍率5倍、開口数0.1のものであるとした場合、物体に投射されるスポットのサイズは幾何光学的には $\phi 2\mu\text{m}$ であり、開口数0.1の無収差レンズの点広がり関数（PSF）の直径が $6\mu\text{m}$ 以上あることから考えれば、インコヒーレント光源1の大きさは十分無視できる程度である。つまり、大きさをもつインコヒーレント光源1を用いてもこのように点光源として扱える。

ールが無いことでインコヒーレント光源1の可干渉性の低さがそのまま保たれるためスペックルの発生が抑制されることになる。

【0013】また、ピンホールが無いと言うことは、遮光膜が無いと言うことで、従来装置で問題であった遮光膜での反射を考慮しなくて良いことになる。遮光膜は酸化クロム／クロム／酸化クロムの三層の膜を用いるが、酸化クロムであっても5パーセント程度の反射は発生する。遮光膜が無い場合、多層ARコートを実施することで反射は0.2パーセント程度まで減らすことが可能である。このため、従来装置では遮光膜での照明光の反射光が2次元検出器に入射しないように、偏光ビームスプリッターや1/4波長板といった偏光素子を用いて対策しているが、本発明では必ずしもこのような対策は必要ない。もちろん同様の対策をすればよりノイズ光をカットすることができるため、従来装置と同様の構成としても良い。

【0014】次に、結像レンズ12及び絞り13の働きを説明する。この光学配置ではマイクロレンズアレイ6の各マイクロレンズの焦点位置と結像レンズ12の後ろ側焦点位置は共役関係にあり、マイクロレンズアレイ6の各マイクロレンズの焦点位置を通過する光は全て結像レンズ12の光軸上の後ろ側焦点位置に集光される。ここに絞り13を置くことにより各マイクロレンズの焦点にピンホールが存在するのと同様な効果を得ることができる。つまり、各マイクロレンズの焦点にピンホールがあるとした場合にピンホールを通過する光はマイクロレンズの焦点距離 f_2 と結像レンズ7の焦点距離 f_3 の比で決まる倍率 f_3/f_2 で結像レンズ12の後ろ側焦点近傍に到達するため絞り13を通過するが、各マイクロレンズの焦点にピンホールがあるとした場合に遮光される部分を通過する光は結像レンズ12の後ろ側焦点近傍からはずれた位置に到達することになるので絞り13により遮光されてしまうことになる。

【0015】この構造を図2で示した従来装置と比較してみると本質的な違いはピンホールアレイ7だけである(1/4波長板10等の偏光素子やピンホール2は本発明にもあってもかまわない。最低限の構成要素ではない)。従来装置では絞り13は迷光対策として入れてあり共焦点効果を得るための共焦点ピンホールの意味合いでは用いていなかったが、本発明では共焦点ピンホールの役割もこの絞り13に担わせている。これにより、ピンホールアレイは必要なくなり、従来装置に比べ製造が著しく容易になる。

【0016】以上の実施の形態は本発明の例にすぎず、これに限られるものではない。例えば、インコヒーレント光源1はインコヒーレントであるということからかな

りの大きさを持ったものを想定して説明したが、LEDのように非常に大きさの小さいインコヒーレント光源でも良いし、レーザー光源から射出されるビームを拡散板に当てて拡散板を回転させ、位相をランダム化してインコヒーレント光とするような、位相ランダム化付きコヒーレント光源であっても良い。この場合コリメーターレンズ2はビームエキスパンダと呼ぶ方がふさわしい。とにかくインコヒーレントな光出力をするものであれば何でも良い。単色、白色の別を問わない。

【0017】例えば、インコヒーレント光源1として水銀灯、あるいは紫外線レーザーを位相ランダム化によりインコヒーレント化したものを用い、光路分岐光学素子5としてダイクロイックビームスプリッターを用いれば、蛍光画像を得ることが可能な光学系となる。

【0018】

【発明の効果】本発明の2次元配列型共焦点光学装置は、低倍率、低開口数の対物レンズを用いても粗面観察時にスペックルが発生しないことが最大の特徴であって、ファクトリーオートメーションにおける自動検査ラインでの三次元計測などの用途に置いては、粗面、低倍率の計測が求められることが多いため著しく効果があると考えられる。また構造的には、微妙な位置合わせや調整が必要となる部分がないため一般的な光学系の組立調整だけで製作が可能であり、それ以上の技術、製造設備を特に用意することもないためコスト的にも著しい改善となると考える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の例を示した図である。

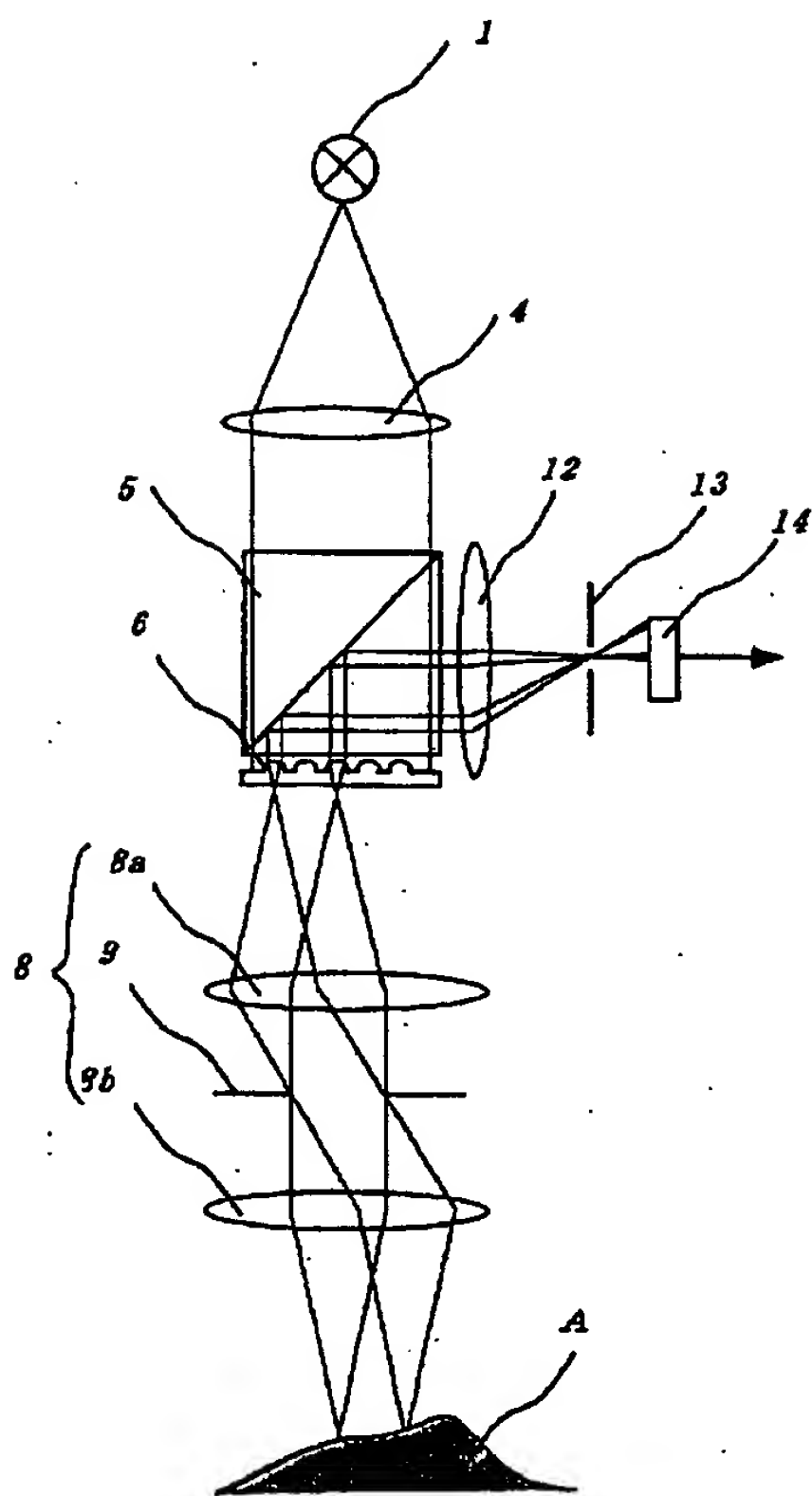
【図2】従来装置を説明するための図である。

0

【符号の説明】

- | | |
|-----|------------|
| 1 | インコヒーレント光源 |
| 2 | ピンホール |
| 3 | 光源 |
| 4 | コリメーターレンズ |
| 5 | 光路分岐光学素子 |
| 6 | マイクロレンズアレイ |
| 7 | ピンホールアレイ |
| 8 | 対物レンズ |
| 8 a | レンズ |
| 8 b | レンズ |
| 9 | テレセントリック絞り |
| 10 | 1/4波長板 |
| 12 | 結像レンズ |
| 13 | 絞り |
| 14 | 2次元検出器 |
| 1 | |

【図1】



【図2】

